ACTION DES CONSTITUANTS DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS SUR LE MÉTABOLISME DES PLANTES LA CROISSANCE ET LE RENDEMENT (*)

M. Chaminade. — La matière organique des sols était considérée au début du siècle dernier comme le facteur essentiel de la fertilité des sols. L'agronome allemand Thaer lui attribuait le rôle principal dans l'alimentation des plantes.

La publication par Liebig vers 1850 de la théorie de l'alimentation minérale des plantes fit passer au second plan le rôle de la matière organique. Celle-ci n'interviendrait que par les éléments minéraux libérés au cours de la décomposition.

On s'est aperçu depuis que cette conception était inexacte et que la matière organique avait un rôle spécifique dans la fertilité des sols; elle intervient non seulement sur l'ensemble des propriétés physiques du milieu mais elle joue également un rôle direct sur la physiologie de la plante.

Matière organique et capacité de production des sols

Pour mettre en évidence l'effet spécifique de la matière organique sur la fertilité il est essentiel que, dans le dispositif expérimental on puisse neutraliser le rôle « engrais » de la matière

(*) Station Centrale d'Agronomie — Versailles,

organique c'est-à-dire l'action de l'azote et des éléments minéraux qu'elle renferme.

Pour répondre à cet impératif, la technique consiste à établir des courbes de rendement d'un végétal, en fonction d'une des variables de la nutrition (N, p. ex.) les autres éléments étant apportés en quantité suffisante pour ne pas intervenir comme facteurs limitants.

L'expérience est réalisée comparativement en présence ou en l'absence de matière organique.

Le plafond de la courbe de rendement correspond à la capacité de production du sol.

Des essais en vases de végétation, réalisés dans ces conditions ont montré que le rendement maximum accessible était plus élevé en présence de matière organique que dans un sol témoin sans matière organique (P. Boischot et M^me^ Simon, R. Chaminade, Versailles).

La différence de rendement observée se situant en un point où le sol ne réagit plus aux éléments minéraux, ne peut être interprétée que comme une action spécifique de la matière organique.

Ces expériences mettent en évidence un effet « global » de la matière organique sur la capacité de production du sol. Un tel effet est la résultante d'actions s'exerçant sur des phénomènes différents.

Nous passerons en revue les principaux résultats observés concernant l'influence de la matière organique sur un certain nombre de phénomènes physiologiques.

1° Action rhizogène. — Cette action signalée en 1931 par B. Niklewski a été depuis confirmée par de nombreux travaux (W. Flaig, L. Christeva, M. Kononova).

Voici l'un des résultats obtenus par L. Christeva.

Longueur comparée des racines principales de plantules de 7 jours de Blé de printemps.

Eau		100
Humate de potassium	0,0006 %	240
Humate de sodium	0,0006 %	382

Cette action rhizogène a surtout été étudiée en solutions. Sur sol les effets de ce genre sont plus difficiles à mettre en évidence. Il est vraisemblable qu'ils existent mais leur intensité est moindre.

2° Germination. — Des observations de la pratique agricole ont montré l'effet favorable de la matière organique et particulièrement du fumier de ferme sur la germination. V. Tichy et J. Chalupovajanovica ont établi une corrélation entre la vitesse de germination des graines et la teneur du sol en humus. Le mécanisme de cette action serait lié à une augmentation de la vitesse d'absorption d'eau par les graines.

3° Nutrition aqueuse. — Des substances humiques naturelles (V. Tichy) ou synthétiques (Flaig, Saalbach) renforcent la résistance au flétrissement des plantes.

Des fractions séparées d'humus des sols (acide hymatomélanique, acide fulvique, acide humique) provoquent un accroissement de l'hydratation des tissus, soit par addition au milieu de culture, soit par pulvérisation sur les feuilles.

4° Nutrition minérale — croissance et rendement. — De nombreux expérimentateurs ont établi que l'addition d'humus aux milieux de culture (solutions nutritives ou sols) provoquait une stimulation de la nutrition minérale de la plante et une augmentation des rendements (Lieske et Winzer, Prozorowskaya, Chaminade et Blanchet, Saalbach, L. A. Kristeva).

La modification de composition minérale de la plante se manifeste inégalement sur les différents éléments (N, P, K, Ca, Mg) et varie suivant les conditions expérimentales (concentration en humus, cultures en milieu liquide ou sur sols).

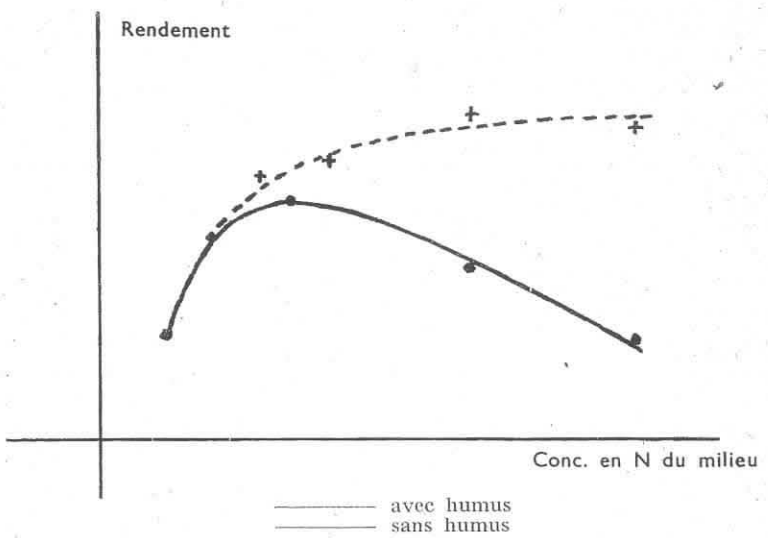
Les résultats les plus nets sur ce point concernent le métabolisme de l'azote.

Nous rapportons ici les résultats de deux séries d'essais (R. Chaminade).

1° *Cultures en solutions nutritives.* — Des cultures de Ray-Grass ont été réalisées sur quartz broyé avec solutions nutritives additionnées de 2,5 mg/l, d'humate de sodium extrait d'un terreau.

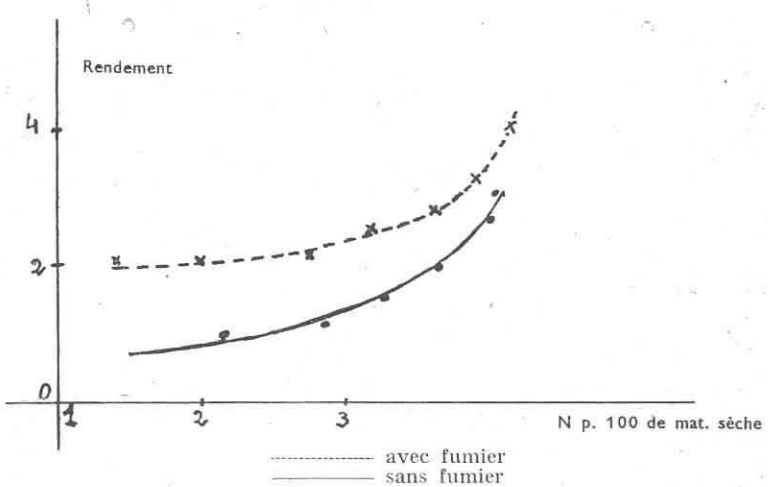
Les courbes de rendement ont été établies en fonction de doses croissantes d'azote, les autres éléments étant à concentration constante.

Les concentrations en N, inefficaces et même toxiques en l'absence d'humus, restent efficaces dans le milieu additionné d'humus.



2° *Cultures sur sol.* — Ces essais ont été faits en petits vases de végétation et comportaient la comparaison d'un sol témoin (sous-sol de limon) et du même sol additionné de 20 grammes pour 1 000 grammes de sol, d'une paille de blé fermentée 6 mois à l'étuve.

Les courbes ci-contre représentent le rendement en fonction de la teneur en azote des récoltes.



Ces courbes montrent que, pour une teneur donnée en azote de la matière sèche, la plante a fourni un rendement plus élevé en présence de fumier.

La matière organique a donc permis une meilleure efficacité de l'azote absorbé.

Les mécanismes d'action

L'effet « global » des substances humiques sur le développement des plantes, largement démontré, a été souvent qualifié d'effet « stimulant ». Ce terme est vague et les mécanismes qui interviennent peuvent être de natures très diverses.

Actions indirectes

La présence de matière organique dans un sol peut provoquer le maintien sous forme assimilable d'éléments utiles à la plante L'action de « chelation » sur certains oligo-éléments a été mise en évidence.

En ce qui concerne l'acide phosphorique, dans des sols à fort pouvoir fixateur, l'humus ralentit le passage de cet élément sous des formes peu assimilables.

Actions directes

R. Blanchet a placé des plants de blé, cultivés 40 jours dans des solutions minérales très diluées et ayant acquis des besoins nutritifs intenses, dans des solutions plus concentrées additionnées d'humate d'ammonium à des concentrations de 0, 0,5, 2, 5 milligrammes par litre. Il a constaté que la présence d'humus accélérait considérablement la disparition de la solution des éléments N, P, S, K.

Cette action s'exerce de façon massive pendant les premières heures (6 heures). Au delà de 12 heures il s'établit une vitesse de régime qui reste plus élevée en présence d'humus. Il semble donc que l'humus agit sur les deux phases de la nutrition : l'adsorption à la surface des racines (phénomène rapide) et l'absorption proprement dite (vitesse de régime).

Action sur la respiration et les phénomènes enzymatiques

L'injection d'acide humique dans les tissus d'un végétal accroît l'intensité respiratoire (L. A. Kristeva).

Le même phénomène s'observe à la suite d'addition d'humus aux milieux de culture (Zdenek Sladky).

W. Flaig et ses collaborateurs utilisant des « substances modèles », corps organiques de composition définie et présentant avec les humus naturels le caractère commun de posséder des fonctions quinone, ont montré que ces substances stimulaient l'activité respiratoire, à des concentrations de 10^{-6}.

D'après les auteurs précédents le mécanisme de cette action serait le suivant : les composés à fonction quinonique constituent avec les hydroquinones correspondantes des systèmes redox. Les quinones fonctionnent comme accepteurs d'hydrogène et activateurs d'oxygène et catalysent ainsi les réactions d'oxydo-réduction notamment l'oxydation de l'acide ascorbique et la désamination des acides aminés.

Ces mêmes auteurs ont mis en évidence l'intervention de l'humus et des « substances modèles » sur certains enzymes, notamment l'aldolase, la saccharase, la phosphatase et l'amylase.

Absorption des substances humiques par le végétal

Ces interventions des substances humiques dans les phénomènes enzymatiques, après addition de ces substances aux milieux de culture, ne peuvent avoir lieu que si ces substances pénètrent dans le corps du végétal.

La mise en évidence de cette pénétration est difficile.

Les recherches dans ce sens ont fait appel à des humus marqués obtenus par humification de substances végétales cultivées en atmosphère renfermant $^{14}CO_2$.

En fait, divers auteurs (Prat et Pospisil, Führ et Sauerbeck) ont montré que des plantes cultivées, en solutions nutritives additionnées d'humus marqué, présentaient une radioactivité dans les racines et les feuilles, celle-ci étant beaucoup plus élevée dans les racines.

L'application sur les feuilles d'humus marqué était suivie d'une migration de celui-ci à une distance appréciable du point d'application.

Il semble donc que cette absorption des substances humiques

par le végétal soit possible. Toutefois, ainsi que le fait remarquer S. Prat, il n'est pas possible de savoir par cette technique si les molécules d'acide humique ou d'acide fulvique ont pénétré sans modification ou si elles se sont scindées en molécules de dimensions plus petites.

Conclusion

L'action physiologique des produits d'évolution de la matière organique, présents dans les sols, peut être considérée comme expérimentalement démontrée.

Cette action « stimulante » se traduit par des modifications dans le métabolisme de la plante et des accroissements de rendement.

C'est là, l'un des aspects des relations existant entre matière organique et fertilité et qui apporte un argument en faveur de la nécessité d'avoir dans les sols cultivés un « bilan humique » non déficitaire.